



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

**PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA VOLUNTÁRIA – PICVOL**

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO COMERCIAL E EXPERIMENTAL**  
**NO ALTO SERTÃO SERGIPANO**

**Análise multivariada para seleção de genótipos de milho no Alto Sertão Sergipano**

Área do conhecimento: Agronomia  
Subárea do conhecimento: Fitotecnia  
Especialidade do conhecimento: Melhoramento Vegetal

Relatório Final  
Período da bolsa: de agosto 2018 a julho 2019

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica

**PICVOL**

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Hugo Ferreira de Oliveira  
Autor: Maisa Nascimento Carvalho



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

## **SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>7</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>7</b>
3.1 LOCAL E CLIMA .....	7
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	8
3.3 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	12
3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	14
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>23</b>
<b>6. PERSPECTIVAS.....</b>	<b>24</b>
<b>7. AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>24</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>24</b>
<b>9. OUTRAS ATIVIDADES .....</b>	<b>27</b>



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

## **1. INTRODUÇÃO**

O milho (*Zea Mays* L.) é um dos alimentos mais presentes na dieta animal, destaca-se por apresentar alto rendimento de massa seca por unidade de área, qualidades nutricionais e boa digestibilidade. Porém a sua produção na região semiárida ainda é baixa, devido ao baixo índice pluviométrico, ao grau tecnológico usado na produção e genótipos inadequados a região semiárida (SANTOS et al., 2010).

A produtividade de milho no Nordeste brasileiro é de 2.607 Kg/ha na safra de 2018/2019 (CONAB, 2019), levando em consideração o estado de Sergipe observou-se a produtividade de 4.028 Kg/ha na Safra 2018/2019 (CONAB, 2019). De acordo com Prata (2013) no ano de 2002 o Alto Sertão Sergipano ficou em segundo lugar no ranking de produção de milho, com uma participação 28%, perdendo apenas para a região Centro-Sul que obteve 35% de participação na produção.

A alta produtividade de milho no Alto Sertão Sergipano se deve ao fato de compor parte dos alimentos volumosos, principalmente em forma de silagem, na alimentação animal essencialmente na bovinocultura de leite, de acordo com Zeoula et al. (2003), a silagem de milho fornece alto teor de nutrientes digestíveis totais, sendo assim um bom alimento para os ruminantes.

Para elevar o índice de produção de milho na região do Alto Sertão é necessário ter conhecimento sobre as características agronômicas dos genótipos indicados para essa condição edafoclimática (ARTUZO et al., 2019). Além de características agronômicas como, altura de planta e diâmetro do colmo, foram avaliadas características do potencial forrageiro do milho, como peso de planta, massa seca, fresca e de forragem, estas



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

possibilitam conhecer o desempenho dos genótipos mais adaptados a essa região e mais aptos a produção de forragem.

Uma ferramenta que facilita a visualização e interpretação dos genótipos em relação as variáveis é o GT *Biplot*. O GT *Biplot* é uma metodologia usada nas análises multivariadas que reproduz graficamente aglomerações, pontos discrepantes e tendências entre os dados e as variáveis, permitindo assim interpretar as diversas variáveis estudadas e observar as correlações (SOUZA, 2010).

## **2. OBJETIVO**

Objetivou-se avaliar o potencial de genótipos comerciais e experimentais de milho em condições semiáridas utilizando a multivariada como ferramenta de seleção.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1 Local e Clima**

O experimento foi realizado na Fazenda experimental da Embrapa - Semiárido no município de Feira Nova, região do Alto Sertão Sergipano. Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático é o BSsh' – clima muito quente tipo estepe, estação chuvosa no inverno. O experimento foi implantado no dia 24/05/2018 e a última avaliação ocorreu no dia 09/08/2018. Os dados climáticos presentes na Tabela 1, foram registrados pela estação meteorológica automática de Nossa Senhora da Glória – SE (INMET), que está localizada no Instituto Federal de Educação (IFS).



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

**Tabela 1** – Dados Climáticos Registrados pelo INMET no período 01/05/2018 a 31/08/2018.

Mês	Temperatura (°C)		Umidade (%)		Radiação (kJ/m <sup>2</sup> )	Chuva (mm)
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.		
<b>Maio</b>	24.9	23.7	84.2	78.5	996.2	46.8
<b>Junho</b>	23.7	22.6	84.5	79.0	1115.3	41.8
<b>Julho</b>	22.8	21.8	84.9	79.6	943.0	61.4
<b>Agosto</b>	24.1	22.8	78.5	72.5	986.8	21.8

### **3.2 Delineamento experimental e condução do experimento**

O delineamento experimental usado foi em blocos incompletos em Látice quadrado reticulado 6x6 com duas repetições e, portanto, 36 tratamentos (Figura 1), obtendo ao total 72 parcelas experimentais (Tabela 2). Cada parcela constituiu-se de duas linhas de quatro metros, espaçadas em 0,20 m entre plantas e 0,80 m entre linhas, totalizando 22 plantas por linha, com estande final estimado de 55.000 plantas por hectare (Figura 2). A semeadura foi realizada manualmente com uma semente por cova. Para se obter o efeito bordadura dentro da parcela foi adicionado duas sementes na primeira cova e na última cova. Foi usado cultivares de milho convencional na bordadura com o mesmo espaçamento adotado na parcela experimental.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

		Repetição 1							Repetição 2						
		BORDADURA													
1 bloco	B O R D A D U R A	T1	T2	T3	T4	T5	T6		T1	T7	T13	T19	T25	T31	B O R D A D U R A
1 bloco		T1	T2	T3	T4	T5	T6		T1	T7	T13	T19	T25	T31	
2 bloco		T7	T8	T9	T10	T11	T12		T2	T8	T14	T20	T26	T32	
2 bloco		T7	T8	T9	T10	T11	T12		T2	T8	T14	T20	T26	T32	
3 bloco		T13	T14	T15	T16	T17	T18		T3	T9	T15	T21	T27	T33	
3 bloco		T13	T14	T15	T16	T17	T18		T3	T9	T15	T21	T27	T33	
4 bloco		T19	T20	T21	T22	T23	T24		T4	T10	T16	T22	T28	T34	
4 bloco		T19	T20	T21	T22	T23	T24		T4	T10	T16	T22	T28	T34	
5 bloco		T25	T26	T27	T28	T29	T30		T5	T11	T17	T23	T29	T35	
5 bloco		T25	T26	T27	T28	T29	T30		T5	T11	T17	T23	T29	T35	
6 bloco		T31	T32	T33	T34	T35	T36		T6	T12	T18	T24	T30	T36	
6 bloco		T31	T32	T33	T34	T35	T36		T6	T12	T18	T24	T30	T36	
		BORDADURA													

**Figura 1** – Croqui da área experimental, sendo os tratamentos os 36 genótipos utilizados.

**Tabela 2** – Cultivares de milho utilizadas como tratamentos no experimento.

Número	Cultivares	Número	Cultivares
1	BRS 1055	19	PC0904
2	Sint 10771-BRS 4107	20	IPR164
3	Sint 10717	21	PC0905
4	Sint 10795-BRS 4105	22	HI(707xHTMV1)
5	UFVM100(HS)C1	23	HTC697
6	Potiguar-G13	24	Sint. Super Prec1
7	BRS Gorutuba	25	BRS3046
8	CAPO	26	HTCms15672
9	BR5037-Cruzeta-G19	27	MC 50
10	HTC-SP1	28	MC 20
11	HTCms-CAPO	29	MC 60
12	HTC771	30	AL 2015
13	HTC717	31	AL AVARÉ
14	HTC795	32	98CV02
15	HTC707	33	HIV 473451
16	HTC781	34	HIV 2564260
17	HSmsxHTMV1	35	BR2121QPM
18	HI(771xHTMV1)	36	UFVM200(HS)C1



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



**Figura 2** - Implantação do experimento: A- Organizações da cultivares de milho na caixa; B – Plantio manual das cultivares de milho; C – Milho emergindo e D – Área experimental com folhas cotiledonares.

A área foi preparada revolvendo o solo a 30 cm de profundidade, com auxílio de um arado de disco e posteriormente foi usado a grade niveladora. Após este processo foi feito os sulcos de plantio na regulagem de 80 cm de distância entre as hastes e 10 cm de profundidade, e posteriormente a demarcação da parcela experimental. Não houve suplementação com irrigação durante a condução do experimento.

A adubação foi realizada de acordo com a análise de solo (Tabela 3), sendo a adubação de fundação realizada no dia 24/05/2018 colocando manualmente no sulco de plantio 96 g do adubo comercial 10-30-10 em uma linha e a adubação de cobertura



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

parcelada em duas vezes, a primeira realizada no dia 26/06/2018 despejando manualmente 48 g de Sulfato de Amônio em uma linha a 5 cm da planta com 25 dias após o plantio (DAP) e a segunda no dia 04/07/2018 repetindo-se o mesmo procedimento.

**Tabela 3** – Análise química do solo realizada pelo Laboratório de Solos da Embrapa Tabuleiro Costeiros.

<b>M.O.</b>	<b>pH em H<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+Al</b>	<b>Al</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Na</b>
(g kg <sup>-1</sup> )			(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )			(mg dm <sup>-3</sup> )		
22.54	5.83	19.63	18.99	48.02	0.39	1.84	134.91	23.55

M.O – Matéria Orgânica; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; H+Al – Hidrogênio mais alumínio; Al - Alumínio; P – Fósforo, K – Potássio e Na - Sódio.

De acordo com a necessidade da área, sendo encontrada várias injúrias nas plantas causadas pela Lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) efetuou-se a aplicação no dia 04/07/2018, após a adubação de cobertura, do inseticida comercial Brilhante, um inseticida sistêmico de contato e ingestão do grupo químico Metilcarbamato de Oxima, na dose de 600 mL/ha.

A área também foi pulverizada com um herbicida comercial Atrazina no dia 10/07/2018, do grupo químico triazina, com dose de 250 mL em uma bomba costal de 20 L.





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

### **3.3 Variáveis analisadas**

Por ocasião da avaliação, as parcelas foram devidamente etiquetadas, permitindo boa precisão de avaliação e identificação. Assim foi realizado a mensuração das variáveis: (Figura 1)

- Altura média da planta – AP: foram avaliadas oito plantas presentes na parcela por meio de uma régua graduada, e posteriormente feito uma média.
- Diâmetro do colmo – DC: mediu-se o diâmetro do colmo de oito plantas dentro da parcela com o auxílio de um paquímetro e em seguida feito a média;
- Peso de planta – PP: Todas as plantas da parcela foram cortadas, etiquetadas e pesadas em uma balança digital; (Figura 3 C)
- Peso médio de massa fresca – MFRE: Todas as plantas das parcelas foram trituradas em uma forrageira e em seguida foi retirado duas amostras e pesadas em uma balança digital; (Figura 3 D e E)
- Peso médio de massa seca – MS: As duas amostras MFR foram colocadas em uma estufa, por onde ficaram três dias, depois retiradas e pesadas novamente; (Figura 3 F)
- Porcentagem de massa seca - Dados obtido por meio da equação 1;

$$\%MS = \frac{MS}{MFRE} \text{ Equação 1}$$

Onde:

%MS – Porcentagem de Matéria Seca;

MS- Peso médio da massa seca;

MFRE – Peso médio de massa fresca;



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

- Peso médio de massa de forragem – MFORRA: foi obtido através da equação 2;

$$MF = \frac{\text{Peso de planta (g)} * \%MS}{9.6} * 10 \text{ Equação 2}$$

Onde:

MF – Massa de Forragem;

%MS – Porcentagem de massa seca;



**Figura 3** – Avaliações: A – Etiquetagem das plantas; B – Avaliação e posterior corte; C – Pesando plantas presente nas parcelas; D – Moendo as plantas em uma forrageira; E – Separando as amostras, pesando e identificado e F – Amostras acondicionada em estufa (secagem).



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

### **3.4 Análises estatísticas**

Os dados de cada variável foram submetidos a análise de variância (ANOVA), por meio do software SAS.

Os componentes principais apresentam os autovetores usados para identificar os melhores genótipos. Os dois primeiros componentes principais (PC1 e PC2) apresentaram maior variabilidades e foram usados para o agrupamento dos genótipos, feito pelo software R.

O método GT *Biplot* foi embasado no seguinte modelo (YAN E KANG, 2003):

$$Y_{ij} - \bar{y}_j = y1 \epsilon_{i1} \rho_{j1} + y2 \epsilon_{i2} \rho_{j2} + \epsilon_{ij}$$

Em que:  $Y_{ij}$  representa o rendimento médio da  $i$ -ésima população no  $j$ -ésimo ambiente;

$\bar{y}_j$  é a média geral das populações no ambiente  $j$ ;

$y1 \epsilon_{i1} \rho_{j1}$  é o primeiro componente principal (CP1);

$y2 \epsilon_{i2} \rho_{j2}$  é o segundo componente principal (CP2);

$y1$ ,  $y2$  são os autovalores associados ao CP1 e CP2, respectivamente;  $\epsilon_1$  e  $\epsilon_2$  são os escores do primeiro e segundo componente principal, respectivamente, da  $i$ -ésima população;

$\rho_{j1}$  e  $\rho_{j2}$  são os escores do primeiro e segundo componente principal, respectivamente, para o  $j$ -ésimo ambiente;

$\epsilon_{ij}$  é o erro do modelo associado com a  $i$ -ésima população e  $j$ -ésimo ambiente.

Usando as médias de cada variável foram feitos os GT *Biplot* no software R (R Development Core Team, 2014), com o pacote “GGEbiplotGUI”.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Houve diferença significativa nos genótipos (tratamentos) para as variáveis altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC) e porcentagem de matéria seca (PMS), demonstrando que há variabilidade genética entre os genótipos analisados, devendo assim existir pelo menos um genótipo que se apresenta de forma superior a estas variáveis (Tabela 4).

Em um experimento realizado por Guareschi et al. (2010) no sudoeste do Goiás, mostrou que a média de produção de matéria seca foi de 15, 26 ( $\text{mg ha}^{-1}$ ) e a porcentagem de matéria seca foi de 26.60 %, diferentemente dos valores encontrados no experimento que foi realizada no alto sertão Sergipano onde se obteve a média da produção de massa de forragem de 1085.44 ( $\text{kg MS/ha}$ ).

Os coeficientes de variação experimental mostram a confiabilidade e a precisão dos dados observados. Nas culturas de soja, trigo, feijão, milho e sorgo é necessário que o CV seja inferior ou igual a 20% (GURGEL, FERREIRA E SOARES, 2013). Sendo assim os coeficientes de variação se apresentaram dentro do aceitável para este estudo.

**Tabela 4** – Resumo da análise de variância das variáveis, avaliadas na fazenda experimental da Embrapa - Semiárido.

	GL	AP	DC	PP	MFRE	MS	PMS	MFORRA
<b>Rep</b>	1	407.91	0.0068	0.1944	0.0274	0.0045	0.0006	6795.43
<b>Bloco</b>	10	80.20	0.0291	0.4085	0.0109	0.0006	0.0016	39905
<b>Trat</b>	35	127.62**	0.0370*	0.3799 <sup>ns</sup>	0.0068 <sup>ns</sup>	0.0004 <sup>ns</sup>	0.0017**	31607 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo</b>	25	23.99	0.0162	0.2902	0.0067	0.0003	0.0005	34350.18
<b>CV (%)</b>		9.42	7.38	16.08	18.26	13.86	7.55	17.07
<b>Média</b>		51.96	1.72	3.34	0.44	0.13	0.31	1085.44



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

ns,\* e \*\*, significa não significativo, significativo a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. AP: Altura da Planta, DC: Diâmetro do colmo, PP: Peso de planta (kg), MFRE: Massa Fresca (kg), MS: Massa Seca (kg), PMS: Porcentagem de Massa Seca e MFORRA: Massa de Forragem (kg MS/ha)

Os dois primeiros componentes principais (CP) explicaram 60,77% das variações total dos dados (Tabela 5). Yang et al. (2009) afirmam que os dois primeiros componentes principais devem explicar mais de 60 %, desta forma, a análise de CP explicou grande proporção da soma de quadrados de genótipos, indicando que há alta confiabilidade nos resultados produzidos pela análise multivariada.

A análise de componente principal tem por objetivo reduzir a massa de dados, sem perder informação. Esta transforma um conjunto de variáveis correlacionadas entre si em um conjunto de variáveis substancial que não são correlacionadas, contendo maior parte da informação do conjunto original. (SILVA et al., 2017; HONGYU, SANDANIELO, OLIVEIRA JÚNIOR, 2015). Ou seja, esta análise forma um conjunto de variáveis de mesma dimensão, representando o conjunto de variáveis original.

**Tabela 5** – Autovalores, variação explicada, proporção acumulada e importância relativa (IR) dos sete componentes principais (CP), para realização da análise GT *Biplot*.

CP	Autovalores	% explicada	% acumulada	IR
1	2.44	35	34.91	9,24
2	1.81	26	60.77	7,96
3	1.33	19	79.91	6,84
4	0.80	12	91.44	5,31
5	0.56	8	99.49	4,44



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

<b>6</b>	0.02	0.3	99.83	0,92
<b>7</b>	0.01	0.2	100	0,64

O autovalor para um componente principal indica o quanto de variância ele contém do total de componentes, nesse caso até sete. A variação explicada é o quanto cada componente tem explicado sobre o autovalor, dado em porcentagem e a proporção acumulada é o quanto cada componente acumula dos seus anterior até chegar a 100% (ARAÚJO; COELHO, 2009).

Os dois primeiros PC's foram usados pela importância relativa que possuem, apresentaram IR de 9,24 para PC1 e 7,96 PC2. De acordo com Yokomizo et al. (2017)  $IR \geq 1$  contém padrões ou informações,  $IR = 1$  não contém padrões, mas pode conter alguma informação independente e,  $IR < 1$  não contém qualquer padrão ou informação. Entende-se assim que os dois PC usados possuem padrões e muitas informações sobre os genótipos.

Uma das formações gráficas feitas pelo GT *Biplot* é denominada de “which-won-where”, significando “qual-ganhou-onde” (Figura 4A), esta agrupa variáveis por meio de linhas perpendiculares caracterizando os genótipos, formando um polígono (YAN; TINKER, 2006). Os genótipos que se encontram no vértice do polígono são os mais responsivos ou “ganhadores” para as variáveis analisadas, já os genótipos dentro do polígono apresentaram ser menos responsivos a estas variáveis.

As variáveis analisadas formaram quatro grandes grupos. O primeiro formado por PP, MFORRA e DC, o segundo AP e MFRE, o terceiro por MS e o quarto por PMS. Assim temos, que o genótipo 11 demonstrou maior diâmetro de colmo, maior peso de planta e consequentemente maior produção de forragem. No grupo 2 os genótipos 14, 16 e 33, se destacaram na produção de massa fresca e altura da planta. No grupo 3 o genótipo 2

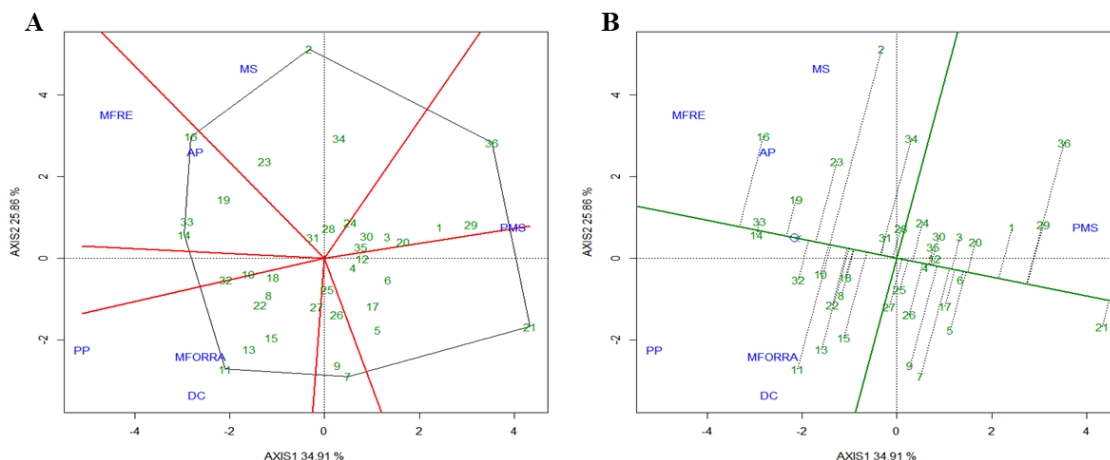


**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

apresentou maior rendimento de massa seca e no grupo 4 o genótipo 36 obteve maior porcentagem de massa seca.

Nesse mesmo *biplot* foi formado três grandes grupos que apresentaram genótipos responsivos a nenhuma variável (genótipos 4, 5, 6, 7, 9, 12, 17, 25 e 26) significando que estes genótipos não são indicados para características aqui estudadas, sendo possivelmente genótipos a serem descartados nesse programa de melhoramento.

É valido lembrar, que as variáveis como altura de planta, massa fresca, massa fresca e massa de forragem são de extrema importância na produtividade de silagem para milho. Os genótipos 2, 11, 14, 16 e 33, que se destacaram para estas variáveis, desmontaram aptidão para serem genitores em programa de melhoramento na região do alto sertão.



**Figura 4** - GT Biplot representando o “which-won-where” (A) e “Mean vs. Stability” (B) dos 36 genótipos, nas variáveis – AP: Altura da Planta, DC: Diâmetro do colmo, PP: Peso de planta (kg), MS: Massa Seca, MFRE: Massa Fresca, PMS: Porcentagem de Massa Seca e MFORRA: Massa de Forragem (kg MS/ha). Os genótipos são: 1: BRS 1055, 2: Sint 10771-BRS 4107, 3: Sint 10717, 4: Sint 10795-BRS 4105, 5: UFVMI100(HS)C1, 6: Potiguar-G13, 7: BRS Gorutuba, 8: CAPO, 9: BR5037-Cruzeta-G19, 10: HTC-SP1, 11: HTCms-CAPO, 12: HTC771, 13: HTC717, 14: HTC795, 15: HTC707, 16: HTC781, 17: HSMsxHTMV1, 18: HI(771xHTMV1), 19: PC0904, 20: IPR164, 21: PC0905, 22: HI(707xHTMV1), 23: HTC697, 24: Sint. Super Prec1, 25: BRS3046, 26: HTCms15672, 27: MC 50, 28: MC 20, 29: MC 60, 30: AL 2015, 31: AL AVARÉ, 32: 98CV02, 33: HIV 473451, 34: HIV 2564260, 35: BR2121QPM e 36: UFVM200(HS)C1.





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

O *biplot* denominado de “Means vs. Stability” traz a representação da produtividade e estabilidade (Figura 4B). Nesta representação a abscissa define a variável ideal e a ordenada demonstra a estabilidade, bem como separa os genótipos inferiores e os superiores. A produtividade é identificada como o círculo e é formada por meio da média da “variável ideal” do componente principal (CP1) (ABREU, 2018).

Já a estabilidade formada pelo CP2 demonstra a projeção que o genótipo possui da média. Santos (2017) mostrou que os genótipos que estão mais perto da média são superiores e os mais distantes, genótipos inferiores. Assim como os genótipos com maior projeção em relação ao eixo apresentam maior interação genótipos x características e menor estabilidade.

Os genótipos que se apresentaram com boa produtividade foram os 19, 14, 33 e 16. Além de se apresentarem com boa produtividade os genótipos 14 e 33 possuem maior estabilidade. Genótipos com maior estabilidade são importantes pelo fato de apresentar a mesma capacidade de resposta em diferentes ambientes (SELESTRINO, 2018). Dessa forma os genótipos 14 e 33 devem ser considerados ideais para o cultivo na região do alto sertão, com a finalidade de produção de forragem.

Segundo Santos (2017) o genótipo ideal é definido graficamente pelo vetor mais longo em PC1 e PC2 sem projeções, representado pela seta no centro dos círculos concêntricos (Figura 5A). Embora esse genótipo ideal não exista na realidade, ele é usado como referência para a avaliação dos demais genótipos. O genótipo que está mais próximo do ideal, é o desejável para os melhoristas de plantas. Os demais círculos concêntricos auxiliam a visualização da distância entre cada genótipo com o genótipo ideal.

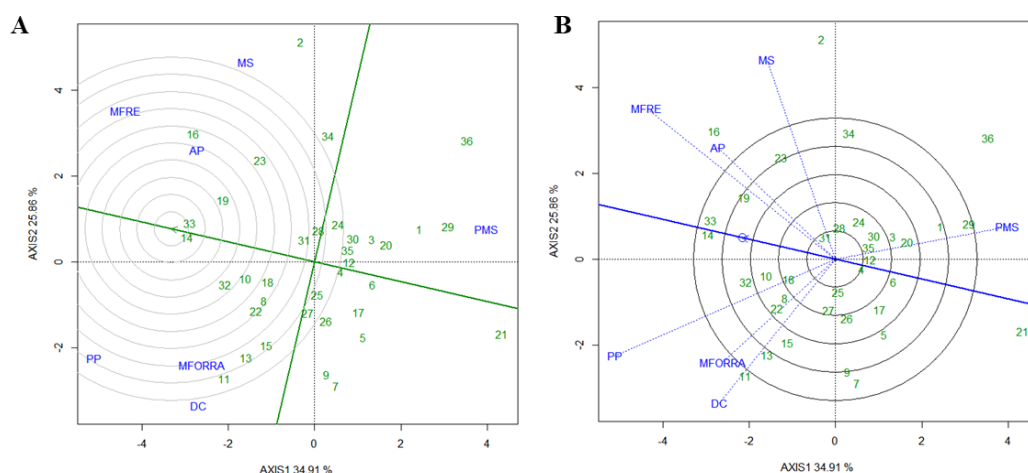
Entende-se assim que os genótipos 14 e 33, alocados no primeiro ciclo concêntrico, são ideais para as características avaliadas sendo de média produtividade para as variáveis avaliadas e com estabilidade fenotípica. Os genótipos 14 e 33 estão em





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

processo de melhoramento, podendo conter alelos favoráveis a expressão gênica nas condições de semiárido.



**Figura 5** – GT Biplot chamado de “Ranking Genotypes” (A) “Discriminateness vs. Representativeness” (B), para as variáveis AP: Altura da Planta, DC: Diâmetro do colmo, PP: Peso de planta (kg), MS: Massa Seca, MFRE: Massa Fresca, PMS: Porcentagem de Massa Seca e MFORRA: Massa de Forragem (kg MS/ha). E os genótipos 1: BRS 1055, 2: Sint 10771-BRS 4107, 3: Sint 10717, 4: Sint 10795-BRS 4105, 5: UFVIM100(HS)C1, 6: Potiguar-G13, 7: BRS Gorutuba, 8: CAPO, 9: BR5037-Cruzeta-G19, 10: HTC-SP1, 11: HTCms-CAPO, 12: HTC771, 13: HTC717, 14: HTC795, 15: HTC707, 16: HTC781, 17: HSMsxHTMV1, 18: HI(771xHTMV1), 19: PC0904, 20: IPR164, 21: PC0905, 22: HI(707xHTMV1), 23: HTC697, 24: Sint. Super Prec1, 25: BRS3046, 26: HTCms15672, 27: MC 50, 28: MC 20, 29: MC 60, 30: AL 2015, 31: AL AVARÉ, 32: 98CV02, 33: HIV 473451, 34: HIV 2564260, 35: BR2121QPM e 36: UFVIM200(HS)C1.

O biplot “Discriminateness vs. Representativeness” demonstra sobre as variáveis que são discriminantes e representativas (Figura 5B). A importância de discriminar as variáveis, é sobre ser uma ferramenta de seleção dos genótipos, porém esta visualização não faz referência ao genótipo e nem possui muita informação sobre estes. E a mensuração da representatividade de uma variável é importante, pois se esta não for representativa não se torna útil, podendo ter um viés na informação sobre um determinado genótipo avaliado.

De acordo com Oliveira et al. (2019), uma variável ideal deve discriminar os genótipos e ser representativa de outras características, a autora considera que deve apresentar altos valores no CP1, possuindo assim maior capacidade de discriminação, e menores valores de CP2, obtendo maior representatividade.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

No gráfico observa-se a formação de vetores e os círculos concêntricos. Os círculos concêntricos no *biplot* ajudam a visualizar o comprimento dos vetores, que é proporcional ao desvio-padrão dentro das respectivas variáveis e é uma medida da capacidade de discriminar as variáveis (ABREU, 2018). Entende-se assim que as variáveis como porcentagem de massa seca, peso de planta e massa fresca auxiliam na discriminação dos genótipos.

É possível observar no gráfico um pequeno círculo na final da flecha, esta representa a média de todas as variáveis e a linha representa a coordenada média de todas as variáveis. Quanto menor for o ângulo do vetor da variável com relação a coordenada média, mais representativa é a variável. Sendo assim a variável mais representativa é a porcentagem de massa seca. Já as variáveis como massa de forragem, massa seca, altura de planta e diâmetro do colmo não foram discriminatórias nem representativas, mostrando ser variáveis não uteis para selecionar genótipos adaptados.

As formações dos grandes grupos feito pela Figura 1A, demonstra a relação com as informações contidas na Figura 5B. Observando que as variáveis mais discriminatórias como a MFRE, PMS e PP estão em diferentes grupos que possuem diferentes “genótipos vértices”, demonstrando assim a importância o estudo desses genótipos a serem adaptados a região do alto sertão.

A correlação entre as variáveis é apresentada pela Figura 6A. Segundo Oliveira et. al. (2018) os ângulos agudos ( $<90^\circ$ ) são positivamente correlacionados, enquanto que ângulos obtusos ( $>90^\circ$ ) são negativamente correlacionados. Os vetores formando um ângulo reto ( $=90^\circ$ ) não são correlacionados, enquanto aqueles formando ângulos de  $180^\circ$  são fortemente correlacionados negativamente.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

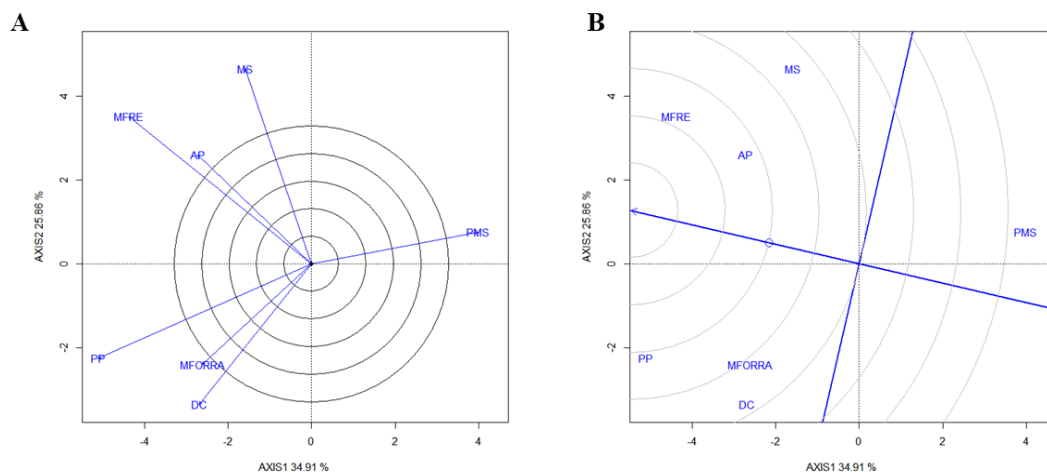
Entende-se assim que as variáveis, altura da planta, massa seca e massa fresca, são positivamente correlacionadas, influenciando uma variável na outra, pois quanto maior o porte de uma planta maior será sua quantidade de massa.

Assim como as variáveis, peso de planta, diâmetro de colmo e massa de forragem são positivamente correlacionadas. Na busca de plantas com genótipos referentes a produção de massa de forragem, demonstra que quanto maior o peso da planta e seu diâmetro de colmo maior será sua produção.

Entretanto a variável porcentagem de matéria seca apresenta forte correlação negativa com as outras variáveis, demonstrando assim que não é uma variável necessária para o aumento na produção de massa fresca e massa de forragem. Isso quer dizer que a seleção para ganho na porcentagem de massa seca irá acarretar na perda nas outras variáveis.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**



**Figura 6** – GT Biplot chamado de “Relationship among environments” (A) “Ranking environments” (B), para as variáveis AP: Altura da Planta, DC: Diâmetro do colmo, PP: Peso de planta (kg), MS: Massa Seca, MFRE: Massa Fresca, PMS: Porcentagem de Massa Seca e MFORRA: Massa de Forragem (kg MS/ha). E os genótipos 1:BRS 1055, 2: Sint 10771-BRS 4107, 3: Sint 10717, 4:Sint 10795-BRS 4105, 5:UFVM100(HS)C1, 6:Potiguar-G13, 7:BRS Gorutuba, 8:CAPO, 9:BR5037-Cruzeta-G19, 10:HTC-SP1, 11:HTCms-CAPO, 12:HTC771, 13:HTC717, 14:HTC795, 15:HTC707, 16:HTC781, 17:HSmsxHTMV1, 18:HI(771xHTMV1), 19:PC0904, 20:IPR164, 21:PC0905, 22:HI(707xHTMV1), 23:HTC697, 24:Sint. Super Prec1, 25:BRS3046, 26:HTCms15672, 27:MC 50, 28:MC 20, 29:MC 60, 30:AL 2015, 31:AL AVARÉ, 32:98CV02, 33:HIV 473451, 34:HIV 2564260, 35:BR2121QPM e 36:UFVM200(HS)C1.

A “variável ideal” representada no GT *Biplot* (Figura 6B), é aquela que se apresenta com menor projeção do círculo concêntrico e mais perto das medidas médias, caracterizada pelo círculo no eixo (YOKOMIZO et al., 2017). Demonstrando assim que a altura da planta é uma variável necessária de ser analisada em programas de melhoramento vegetal que se busque a produção de massa, seja ela fresca ou de forragem.

## 5. CONCLUSÕES

O GT *Biplot* é uma ótima ferramenta para visualização e seleção de genótipos adaptados.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Os genótipos 14 e 33, que estão em processo de melhoramento, se destacaram nas avaliações feitas, sendo genótipos propícios a usar na região do Alto Sertão Sergipano.

## **6. PERSPECTIVAS**

O processo de melhoramento de milho no sertão sergipano vem trazendo uma proposta de extrema importância que os estudos e análises de genótipos adaptados, a fim de aumentar a produção. Esse processo será realizado anualmente para se obter dados necessários para a indicação de genótipos.

Além da exploração de genótipos o projeto traz conhecimentos a todos os discentes participantes sobre a pesquisa e sobre o processo de melhoramento de milho.

## **7. AGRADECIMENTOS**

À Fazenda Experimental da EMBRAPA – Semiárido, pelo espaço cedido para implantação do experimento e todo auxílio prestado.

À EMBRAPA – Milho e Sorgo pela disponibilidade das sementes.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABREU, H. K. A. de. **Docente UFGD:** Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-caupi via REML/BLUP e GGE-Biplot. 2018. Dissertação (Mestre em Agronomia-Produção Vegetal) Universidade Federal de Grande Dourados, Dourados.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

ARAÚJO, W. O. de.; COELHO, C. J. **Análise de Componentes Principais (PCA)**. Relatório Técnico. Unievangélica – Centro Universitário de Anápolis. 2009.

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; MACHADO, J. A. D.; OLIVEIRA, L. de; SOUZA, A. R. L. de. O Potencial Produtivo Brasileiro: Uma Análise Histórica Da Produção De Milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 515-540, 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento do Ministério da Agricultura. Acompanhamento da Safra Brasileira - Grãos. v. 6 Safra 18/19. Oitavo levantamento, Companhia de Abastecimento do Ministério da Agricultura: Brasília; 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>

GUARESCHI, R. F.; BRASIL, R. B.; PERIN, A.; RIBEIRO, J. M. M. Produção de silagem de híbridos de milho e sorgo sem nitrogênio de cobertura em safra de verão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 541-546, 2010.

GURGEL, F. de L.; FERREIRA, D. F.; SOARES, A. C. S. e. O Coeficiente de Variação como Critério de Avaliação em Experimentos de Milho e Feijão. **Embrapa Amazônia Oriental**, Belém – PA. 2013.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; OLIVEIRA JUNIOR, G. J. de. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **Engineering And Science**, Cuiabá, v.1, n.5, p-83-90, 2015

OLIVEIRA, T. R. A. de.; GRAVINA, G. A.; CRUZ, D. P. da.; SILVA, N. D.; OLIVEIRA, G. H. F. de.; SANT'ANNA, C. Q. S. S. de.; MAGALHÃES, M. M.; BERBERT-MOLINA, M. A.; ALCANTRA NETO, F. The performance of bean pod lineage inoculated with *Gluconacetobacter diazotrophicus* PAL5. **Scientia Horticulturae**. v.249, p.65–70, 2019.

OLIVEIRA, T. R. A. de.; GRAVINA, G. de A.; OLIVEIRA, G. H. F. de.; ARAÚJO, K. C.; ARAÚJO, L. C. de.; DAHER, R. F.; VIVAS, M.; GRAVINA, L. M.; CRUZ, D. P. da. The GT biplot analysis of green bean traits. **Ciência Rural**, v.48, 2018.

PRATA, D. A. T. **Docente UFS**: Determinantes da expansão da produção de milho em Sergipe. 2013. Dissertação (Mestre em Desenvolvimento Regional e Gestão de Empreendimentos) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

SANTOS, A. do.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do.; KUROSAWA, R. do N. F.; GERHARDT, I. F. S.; NETO FRITSCH, R. GGE Biplot projection in discriminating the efficiency of popcorn lines to use nitrogen. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, n. 1, p. 22-31, 2017.

SANTOS, R. D. dos; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; AZEVÊDO, J. A. G.; MORAES, S. A. de; COSTA, C. T. F. Características Agronômicas de variedade de milho para produção de silagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 32, n. 4, p. 367-373, 2010.

SELESTRINO, P. R. **Docente UNESP –FCAV**: Desempenho agronômico, adaptabilidade e estabilidade de genótipos precoces de soja. 2018. Dissertação (Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas) Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SILVA, V. N. L. **Docente UNICAP**: Modelagem de dados climáticos e socioeconômicos em municípios do estado de Pernambuco utilizando análise de componentes principais (ACP). 2017. Dissertação (Mestre em Desenvolvimento de Processos Ambientais). Universidade Católica de Pernambuco, Recife.

SOUZA de, E. C. **Docente ESALQ**: Os Métodos Biplot e Escalonamento Multidimensional nos delineamentos Experimentais. 2010. Dissertação (Doutor em Estatística e Experimentação Agronômica) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

YAN, W. E TINKER, N. A. Biplot analysis of multi-environment trial data; Principles and applications”, **Canadian Journal of Plant Science** 86, 623-645. 2006.

YANG, R.-C.; CROSSA, J.; CORNELIUS, P. L.; BURGUEÑO, R. Biplot analysis of genotype  $\times$  environment interaction: Proceed with caution. **Crop Science**, v. 49, n. 5, p. 1564-1576, 2009.

YOKOMIZO, G. K.; FARIAS NETO, J. T. de.; OLIVEIRA M. do S. P. de.; HONGYU, K. Análise GGE biplot na avaliação de características de cachos em açaizeiros da região amazônica. **Mundo Amazônico**, n.8, v.1, p.115-130, 2017.

ZEOULA, L.M.; BELEZE, J.R.F.; CECATO, U.; JOBIM, C.C.; GERON, L.J.V.; PRADO, O.P.P.; FALCÃO, A.J.S. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

diferentes estádios de maturação.4. Digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro da porção vegetativa e planta inteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p.567-575, 2003.

## **9. OUTRAS ATIVIDADES**

Foi criado o Grupo de Estudos em Melhoramento Vegetal do Semiárido (GEMS), onde o Prof. Dr. Gustavo Hugo Ferreira de Oliveira é o coordenador e os discentes que participaram da fundação do GEMS são Breno dos Santos Menezes, Cinthia Kayane da Silva, Eduarda Santos Silveira, Maisa Nascimento Carvalho e Márcia Ferreira Neri. Posteriormente foi feito o processo seletivo para o ingresso de novos membros. No grupo de estudos será desenvolvido experimentos e estudo de artigos científicos (Figura 7).



**Figura 7** - Logotipo do Grupo de Estudos em Melhoramento Vegetal do Semiárido (GEMS).





**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

Foi realizado a segunda etapa do UFStats (Curso de Capacitação em Estatística Experimental e Computacional). Alunos que possuíam o certificado da primeira etapa do UFStats (Curso de Capacitação em Estatística Experimental e Básica) puderam aprender a usar software de estatísticas (Figura 8).



**Figura 8** – Logotipo do UFStats, grupo de capacitação em processamento de dados.

Foi realizado a participação em palestras e cursos de extensão, listados abaixo:

- Capacitação em Estatística básica e Experimental;
- V SEMAC - 28º EIC/COPES/CAMPUS DO SERTÃO - Elaboração e atualização do currículo Lattes;
- Vamos falar de Alimentos: produção agroecológica e camponesa;
- Anava no programa genes;



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

- Demonstração de sistema de energia solar aplicada a gado de leite e irrigação  
– Maquetes;
- Exposição de monólitos de solos do estado de Sergipe;
- Estatística Experimental Computacional.